

# 不同灌溉方法对日光温室番茄生长、品质和产量的影响

李 亮<sup>1</sup>, 张玉龙<sup>1</sup>, 马玲玲<sup>2</sup>, 孟庆龙<sup>1</sup>, 范庆锋<sup>1</sup>

(1. 沈阳农业大学土地与环境学院; 辽宁省农业资源与环境重点实验室, 沈阳 110161;

2. 沈阳农业大学土地与环境学院, 植物营养实验室, 沈阳 110161)

**摘要:**为探讨科学合理的灌溉技术,用田间小区栽培试验的方法,研究了日光温室栽培番茄,普通渗灌、节点渗灌、滴灌和沟灌等4种灌溉方法对番茄生长、品质和产量的影响。结果表明:不同灌溉方法对番茄的株高、茎粗均无明显影响,而对果实膨大速度影响显著。其中,第一穗果果径的大小顺序是滴灌>普通渗灌>节点渗灌>沟灌;第二、第三穗果果径的大小顺序相同,均为普通渗灌>节点渗灌>滴灌>沟灌。不同灌溉方法番茄果实的V<sub>c</sub>、可溶性糖含量以及总酸度和糖酸比均有显著差异,总的来看滴灌、普通渗灌和节点渗灌的V<sub>c</sub>、可溶性糖含量较高而总酸度较低。番茄产量的顺序为普通渗灌>节点渗灌>滴灌>沟灌。节点渗灌水分生产效率最高。由此可以得出,从灌溉方法的效果而论保护地栽培番茄应优选节点渗灌。

**关键词:**灌溉方法;日光温室;番茄生长;品质;产量

**中图分类号:**S625.2;S641.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2007)02-0075-04

近年来,随着保护地生产水平的提高,日光温室蔬菜生产在改进原有地面灌水技术的基础上,引进了滴灌、渗灌、微喷灌等先进灌水技术;这些技术得到了较快的推广与普及,收到了较好的效果。同时,保护地灌溉技术及其相关理论的研究也取得了一定的进展。滴灌或渗灌(地下滴灌)具有节水、省工、操作简便、减轻作物病虫害、提高作物产量等优点<sup>[1-9]</sup>。前人研究表明,适宜的土壤水分有利于番茄株高、茎粗及各器官重量的增加<sup>[7-11]</sup>,但那些研究大多数都是在大田进行的,关于日光温室采用沟灌、滴灌及渗灌等不同方法灌溉对蔬菜生长、产量和果实品质影响的研究报道较少。本试验以番茄为供试作物,采用保护地小区栽培试验的方法,研究了普通渗灌、节点渗灌、滴灌和沟灌对番茄生长、果实品质及其产量的影响,旨在通过对比不同方法的灌溉效果,对每一灌溉方法做出评价,进而为保护地蔬菜节水栽培和优质、稳产、

高效生产技术开发提供理论依据。

## 1 材料与方法

试验在沈阳农业大学蔬菜科研基地日光温室内进行。土壤为草甸土,其基本理化性质测定结果见表1。供试作物为番茄,品种为辽源多丽。2005年5月12日即番茄四叶一心时定植,2005年8月10日收获。设普通渗灌、节点渗灌、滴灌、沟灌4种灌水方法,每种灌水方法为一处理。试验以小区试验方法进行,每处理设两次重复,小区随机排列,小区面积为12.15m<sup>2</sup>。普通渗灌试验所用渗灌管选用由河南济源塑料厂用废橡胶加工而成的发汗式半软管;渗灌管埋深30cm。节点渗灌管由本课题组使用外径16mm、内径14mm的硬质聚乙烯塑料管自行加工而成,管长6m,在管壁上打孔,4个孔为一组,出水孔直径1mm,孔间距10mm,出水孔组中心点之间的间距为30cm,出水孔直线排列,埋设时出水孔向上,并在其上覆稻壳以防灌水时泥土进入渗灌管;节点式渗灌管埋深亦为30cm。滴灌使用美国产的内镶式滴灌管,滴灌管铺放在地表,出水孔间距30cm,并与番茄植株相对应。沟灌区按常规灌水方法进行。灌水时使用距地表1.50m高的水箱供水,以保持水头稳定。

试验灌水控制下限为30cm深处土壤水分吸力30kPa,使用水分特征曲线 $\theta = 0.4883S^{-0.0876}$ [式中 $\theta$ 为土壤水吸力(kPa),S为土壤含水量( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ )

第一作者简介:李亮,男,1981年生,硕士研究生,主要从事土壤改良与节水灌溉研究。

通讯作者:张玉龙,1954年生,男,教授,博士生导师,主要从事土壤改良和水资源与农业节水研究。

基金项目:辽宁省科委十五重中之重项目资助,编号:2001212001;农业科技成果转化资金项目,编号:04EFN212100055。

收稿日期:2006-08-11

容积含水量] 换算成灌水下限土壤含水量为  $0.3625 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ 。每天上午 8:00~9:00 用时段反射仪(TDR)测出 30cm 土层土壤含水量, 当 30cm 土层土壤含水量达到或接近  $0.3625 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$  时开始灌溉; 依据土壤水分含量观测值  $\theta_1$ , 以下式计算每次灌水水量:

$$Q(\text{m}^3) = (\theta_F - \theta_1) \times H \times R \times S$$

式中,  $Q$  为一次灌水量 ( $\text{m}^3$ ),  $\theta_F$  为灌水控制上限即田间持水量,  $\theta_1$  为开始灌水时土壤含水量,  $S$  为小区面积,  $H$  为计划湿润层厚度,  $R$  为土壤湿润比。各参数取值分别为  $\theta_F = 0.4154 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ 、 $S = 12.15 \text{ m}^2$ 、 $H = 0.3 \text{ m}$  和  $R = 0.5$ 。

番茄定植后各处理选取 40 株, 每 10d 调查一次植株生长状况及病害发生情况。番茄开花后各处理选开花整齐的 16 株, 13d 后开始测量果实直径, 以后每隔 7d 测一次, 直至果实绿熟期。每株保留 3 个果穗, 每个果穗保留 4 个果。果实成熟后每次采收记录产量, 测产过程中统计果数、果重。

番茄果实的  $V_c$ 、可溶性糖和有机酸分别采用 2,6-二氯靛酚滴定法、蒽酮比色法和标准碱液滴定法测定<sup>[12,13]</sup>; 其它土壤理化性质等性状的测定采用常规方法进行。

表 1 供试土壤理化性质

pH	有机质 ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	全氮 ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	全磷 ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	全钾 ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )
6.55	19.48	1.91	1.70	14.79
容重( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ )	机械组成(%)			
0~20cm 土层	20~40cm 土层	< 0.002mm	0.002~0.02mm	0.02~0.2mm
1.37	1.54	18.44	21.12	60.44

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同灌溉方法对番茄株高、茎粗的影响

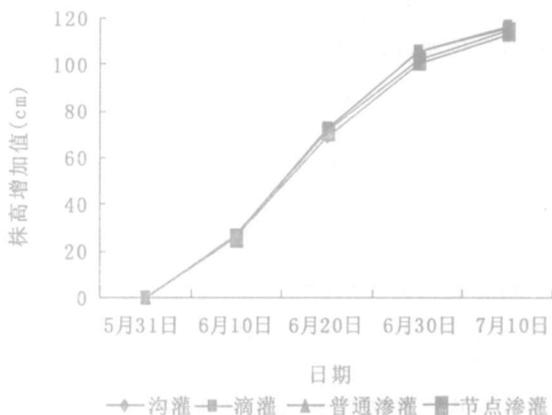


图 1 不同灌溉方法对番茄株高的影响

调查结果分别用番茄株高、茎粗的相对增加值表示。番茄株高和茎粗测定结果如图 1、图 2 所示。由

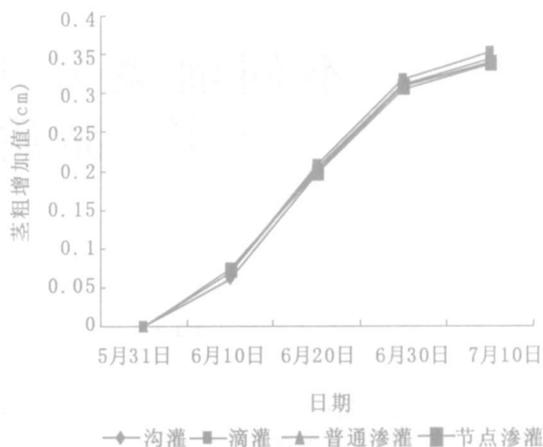


图 2 不同灌溉方法对番茄茎粗的影响

图看出各灌水处理的番茄株高、茎粗随生育时间变化具有相似规律, 均呈“S”型曲线。不同时期不同处理番茄株高不同, 各条“S”型曲线的斜率也略有差别, 但从整体上说, 采用普通渗灌、节点渗灌、滴灌、沟灌不同的灌溉方法栽培的番茄, 其植株生长没有明显。

### 2.2 不同灌溉方法对番茄果实膨大速度的影响

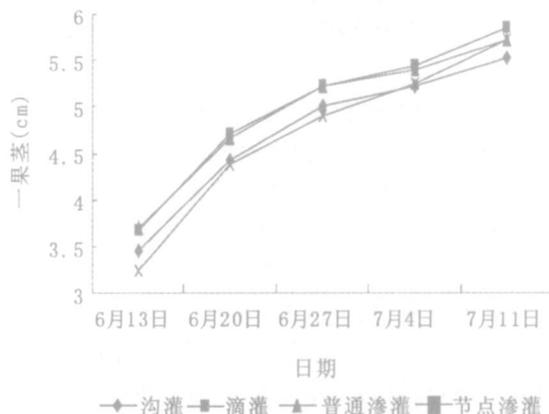


图 3 不同灌溉方法对番茄第一穗果果径的影响

同时期所选定的番茄第一穗果果径、第二穗果果径和第三穗果果径观测结果分别如图 3、图 4 和图 5 所示。从图中可以看出, 第一、第二和第三穗果果径均随时间的增加而增大, 前期增大速度较快, 在达到各自的最大增长速率后逐渐减缓, 即果实的膨大过程呈对数函数曲线变化。从第一穗果果径来看, 7月4日前, 滴灌的番茄果径和膨大速度大于普通渗灌、也大于沟灌和节点渗灌。而在整个生育期, 第二、第三穗果果径膨大速度则为普通渗灌 > 节点渗灌 > 滴灌 > 沟灌。这是由于番茄苗期根系比较短, 主要分布在 0~15cm 耕层, 滴灌灌水水分自上而下渗入, 耕层水分有利于番茄生长, 而普通渗灌和节点渗灌管理在地下 30cm 处, 灌水后上升到作物主要根层水分数量较少、土壤水分供应相对不足, 导致番茄根系前期

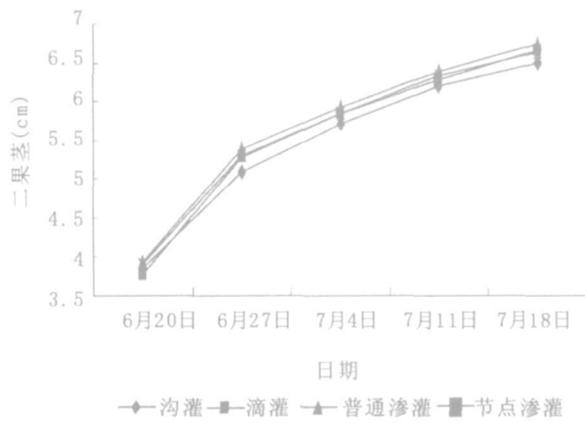


图4 不同灌溉方法对番茄第二穗果果径的影响

吸水 and 吸收养分比较困难, 影响番茄的生长; 沟灌一次灌水量大, 灌水后作物根层土壤水分含量相对过高, 地表板结, 通气不良、温度偏低, 对番茄根系生长不利。总的来说, 普通渗灌、节点渗灌和滴灌与沟灌相比均能促进番茄果实的发育, 使得番茄果实果大而且成熟早; 而普通渗灌、节点渗灌在番茄生育前期易发生耕层土壤水分供应不足, 使番茄果实膨大速度不及滴灌, 但随着生育时间增长, 作物根系下扎深度增加, 土壤水分供应得到改善, 其果实膨大速度则会超过滴灌。

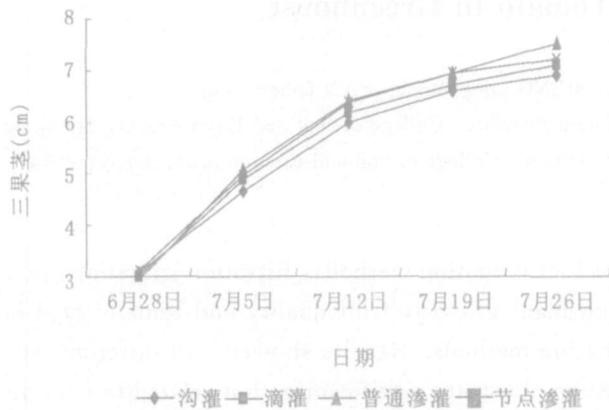


图5 不同灌溉方法对番茄产量的影响

### 2.3 不同灌溉方法对番茄品质的影响

表2 不同灌溉方法番茄品质

处理	Vc (mg · kg <sup>-1</sup> )	可溶性糖 (%)	总酸度 (%)	糖/酸
沟灌	1.84d <sup>1)</sup>	9.25 a	0.48 a	19.27
滴灌	2.38 a	8.55 d	0.42 b	20.36
普通渗灌	2.02 c	8.97 b	0.42 b	21.36
节点渗灌	2.10 b	8.84 c	0.41 c	21.56

1) 数字后相同字母表示不同处理间差异未达到 Duncan 多重比较 5% 显著水平。

从表 2 可以看出, 不同灌溉方法下番茄果实的 Vc、可溶性糖、总酸度以及糖/酸的含量是不同的。Vc 以及可溶性糖的含量在 4 种灌溉方法下差异显著; 滴灌与普通渗灌的总酸度相同, 与沟灌和节点渗灌差异显著。表明滴灌、普通渗灌和节点渗灌灌水处理的番茄果实品质较高, 口味较好。

### 2.4 不同灌溉方法下番茄的产量

图 6 是用不同灌溉方法灌溉番茄产量的测定结果。从图 6 中可以看出, 不同灌溉方法间番茄产量差异明显, 在 4 个处理中以普通渗灌的产量最高, 其次为节点渗灌, 而以沟灌的产量最低。对 4 个处理的全期灌水量和每方米水能够生产出的果实产量(水分生产率)分析的结果见表 3, 沟灌的灌水量远远高于滴灌、普通渗灌和节点渗灌, 分别是滴灌的 1.91 倍、普通渗灌的 1.87 倍和节点渗灌的 2.33 倍; 滴灌、普通渗灌和节点渗灌的水分生产效率分别比沟灌提高了 1.12 倍、1.23 倍和 1.67 倍。因此, 普通渗灌、节点渗灌和滴灌效果较好, 与沟灌相比既可以节水、提高水分生产效率, 又能获得较高的产量和优良的品质, 其中以节点渗灌效果最佳。

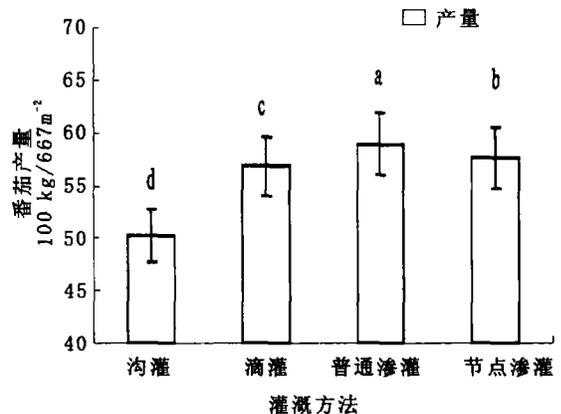


图6 不同灌溉方法对番茄产量的影响

表3 不同灌水方法水分利用效率比较

处理	灌水量 (m <sup>3</sup> · 667m <sup>-2</sup> )	水分生产效率 (kg · 667m <sup>-2</sup> · m <sup>-3</sup> )
沟灌	350.57	14.35
滴灌	183.75	30.37
普通渗灌	187.07	32.07
节点渗灌	150.28	38.32

### 3 结 论

通过在日光温室内进行番茄小区灌溉试验, 研究了普通渗灌、节点渗灌、滴灌和沟灌 4 种灌水方法对番茄生长、品质和产量的影响。在本试验条件下, 得出以下结论:

不同灌溉方法对番茄的株高、茎粗影响不显著,

而对果实膨大速度影响显著;其中,第一穗果果径的大小顺序为滴灌>普通渗灌>节点渗灌>沟灌;第二、第三穗果果径的顺序为普通渗灌>节点渗灌>滴灌>沟灌。

不同灌溉方法灌溉,其番茄果实的V<sub>c</sub>、可溶性糖含量以及总酸度差异显著。综合比较,滴灌、普通渗灌和节点渗灌灌水的番茄果实品质较高,口味较好。

番茄的产量以普通渗灌最高,节点渗灌、滴灌次之,沟灌最低;节点渗灌整个生育期灌水量最少,水分生产效率最高。

综上所述,在4种灌溉方法中,以节点渗灌的效果最佳,应在保护地番茄栽培生产中优先选用。

#### 参考文献:

- [1] Wagner F. Tensiometers for controlling the irrigation of cucumbers grown in soil. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung. 1997, Special Issue, VIII IX.
- [2] Eberhard J. Trials in sheltered open air cultivation. Irrigation and fertilizing for tomatoes. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung. 1997, Special Issue, XIII XVI.
- [3] Omran MA, and et al. The effect of organic matter and soil moisture on pepper yield and constituents[J]. Egyptian Journal of Soil Science. 1995, 35(3): 359-378.
- [4] May DM. Water management differences between drip and fur-

row-irrigated processing tomatoes to maximize yield and fruit quality in California[C]. Proceedings of the 1st International conference on the proceeding tomato, Recife, Pernambuco, Brazil, 18-21 November 1996, and the 1st International symposium on tropical tomato diseases, Recife, Pernambuco, Brazil, 21-22 November 1996. 1997, 54-58.

- [5] Bell AA, and et al. Mechanisms of subsurface drip irrigation-mediated suppression of Lettuce drop caused by Sclerotinia minor[J]. Phytopathology, 1998, 88(3): 252-259.
- [6] D. 戈德堡, 西世良等译. 滴灌原理与应用[M]. 北京: 中国农业机械出版社, 1984.
- [7] 王淑红, 张玉龙, 虞娜, 等. 保护地渗灌管的埋深对土壤水盐动态及番茄生长的影响[J]. 中国农业大学, 2003, 36(12): 1508-1514.
- [8] 高方胜, 徐坤. 土壤水分对番茄生长发育及产量品质的影响[J]. 西北农业学报, 2005, 14(4): 69-72.
- [9] 齐红岩, 李天来, 曲春秋, 等. 亏缺灌溉对设施栽培番茄物质分配及果实品质的影响[J]. 中国蔬菜, 2004(2): 10-12.
- [10] 柏成寿, 陆帼一. 水分胁迫对番茄幼苗生长影响的研究[J]. 园艺学报, 1991, 18(4): 340-344.
- [11] 姚磊, 杨阿明. 不同水分胁迫对番茄生长的影响[J]. 华北农学报, 1997, 12(2): 102-106.
- [12] 劳家桢. 土壤农化分析手册[M]. 北京: 中国农业出版社, 1988: 620-625, 632-633.
- [13] 张宪政. 植物生理学实验技术[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1994.

## Effect of Different Irrigation Methods on Plant Growth, Fruit Quality and Yield of Tomato in Greenhouse

LI Liang<sup>1</sup>, ZHANG Yu-long<sup>1</sup>, MA Ling-ling<sup>2</sup>, MENG Qing-long<sup>1</sup>, FAN Qing-feng<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Agricultural Recourses and Environment Liaoning Province, College of Soil and Environment, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161; 2. Laboratory of Plant Nutrition, College of Soil and Environment, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161)

**Abstract:** An experiment was conducted to study the effect of four irrigation methods: filtration irrigation, drip filtration irrigation, drip irrigation and furrow irrigation on plant growth, fruit quality and tomato yield in greenhouse in order to discuss scientific and optimum irrigation methods. Results showed that different irrigation methods were not related to plant height and plant stem of tomato significantly, but related to fruit diameter significantly. The first fruit diameter was drip irrigation>filtration irrigation>drip filtration irrigation>furrow irrigation and the second and the third fruit diameter was filtration irrigation>drip filtration irrigation>drip irrigation>furrow irrigation. There were significant relationships between different irrigation methods and vitamin C content, soluble sugar content, total acidity and sugar-acidity ratio. Vitamin C content and soluble sugar content in drip irrigation, filtration irrigation and drip filtration irrigation was higher and more preferable, but total acidity was lower. The tomato yield was filtration irrigation>drip filtration irrigation>drip irrigation>furrow irrigation. Water productivity of drip filtration irrigation was the highest. The results indicated that drip filtration irrigation was more preferable for tomato production in greenhouse.

**Key words:** Irrigation methods; Greenhouse; Tomato growth; Yield, Fruit quality